

Фантомная тёмная материя без частиц: новая теория связывает её с квантовой диффузией пространства



Дата публикации: 17.07.2026

Одной из главных загадок современной космологии остаётся природа тёмной материи. Уже несколько десятилетий астрономы наблюдают её косвенное влияние на движение галактик, гравитационное линзирование и формирование крупномасштабной структуры Вселенной, однако ни один эксперимент так и не обнаружил частицу, которая могла бы составлять эту загадочную субстанцию. Новая работа, опубликованная в 2026 году Джонатаном Оппенгеймом, Эмануэлой Панеллой и Эндрю Понтценом в журнале **Physical Review D**, предлагает принципиально иной взгляд на проблему. Согласно их гипотезе, тёмная материя может вообще не состоять из неизвестных частиц, а возникать как следствие квантовой диффузии самого пространства-времени.

В основе модели лежит так называемая гибридная теория гравитации, или классическо-квантовая теория, которая стремится согласовать общую теорию относительности с квантовой теорией поля без необходимости квантовать саму геометрию пространства. В отличие от большинства современных подходов к

квантовой гравитации, здесь пространство-время остаётся классическим объектом. Однако за такую совместимость приходится заплатить необычной особенностью: геометрия перестаёт быть полностью детерминированной и начинает эволюционировать стохастически. Иными словами, метрика пространства-времени непрерывно испытывает случайные квантовые флуктуации и медленно диффундирует относительно своего среднего состояния. Авторы подчёркивают, что такая случайность вводится не произвольно, а возникает как необходимое следствие согласованного взаимодействия классической геометрии с квантовой материей.

Именно эта стохастическая эволюция приводит к неожиданному космологическому эффекту. Пространственные компоненты метрики постепенно отклоняются от тех значений, которые предсказывает классическая теория. В результате появляется дополнительный гравитационный вклад, который ведёт себя практически так же, как холодная тёмная материя. Исследователи называют его фантомной холодной тёмной материей, поскольку он не связан с существованием новых элементарных частиц, а представляет собой проявление динамики самой геометрии пространства-времени.

Расчёты показывают, что основная часть этой фантомной материи должна возникать в конце инфляционной эпохи — периода сверхбыстрого расширения молодой Вселенной. При этом средняя плотность такого компонента оказывается положительной, что является обязательным условием для соответствия наблюдаемой космологии. Хотя точное значение плотности ещё предстоит вычислить более детально, авторы показывают, что если её вклад оказывается достаточно велик, то она будет воздействовать на гравитацию практически неотличимо от обычной холодной тёмной материи. В этом случае становятся объяснимыми формирование галактик и их скоплений, гравитационное линзирование, а также характерные кривые вращения галактик, которые уже много десятилетий служат главным аргументом в пользу существования тёмной материи.

Особенно интересной эту работу делает возможность экспериментальной проверки. Обычно идеи, касающиеся квантовой гравитации, остаются практически недоступными для наблюдений. Однако в данном случае параметры модели напрямую связаны с коэффициентом диффузии геометрии пространства-времени. Авторы предлагают определять его, объединяя данные наблюдений реликтового излучения с результатами высокоточных настольных экспериментов, чувствительных к проявлениям классическо-квантовой гравитации. Таким образом, фундаментальная космология неожиданно оказывается связана с лабораторной физикой, а свойства всей Вселенной потенциально могут проверяться экспериментами, проводимыми на Земле.

Если эта гипотеза подтвердится, изменится само понимание природы тёмной материи. На протяжении десятилетий физики исходили из предположения, что её источник — неизвестные частицы, которые ещё предстоит открыть. Новая модель предлагает совершенно иной сценарий. Гравитационные эффекты могут возникать не из-за скрытого вещества, а благодаря непрерывному «дыханию» геометрии пространства-времени, которая никогда не находится в абсолютно неподвижном состоянии. Её постоянные стохастические флуктуации создают дополнительное гравитационное поле, которое наблюдатели интерпретируют как присутствие невидимой материи.

Такой подход меняет и философский статус самой тёмной материи. Она перестаёт быть самостоятельной сущностью и превращается в процесс — свойство динамической ткани пространства-времени. Эта идея хорошо согласуется с более широкими тенденциями современной фундаментальной физики, где всё чаще обсуждается возможность того, что пространство, время и даже гравитация являются не фундаментальными объектами, а эмерджентными свойствами более глубокой квантово-информационной структуры реальности.

Разумеется, предложенная модель пока остаётся гипотезой. Ей ещё предстоит пройти проверку космологическими наблюдениями и лабораторными экспериментами. Тем не менее сама работа демонстрирует необычный путь решения одной из крупнейших проблем современной науки. Вместо поиска всё новых гипотетических частиц исследователи предлагают внимательнее взглянуть на саму геометрию Вселенной. Если их идея окажется верной, тёмная материя окажется не скрытым веществом, а естественным геометрическим откликом квантовой природы пространства-времени. Даже если конкретная модель впоследствии потребует пересмотра, сама концепция стохастической гравитации открывает новые возможности для объединения квантовой механики и общей теории относительности и напоминает, что самые глубокие космологические вопросы иногда требуют не более мощных телескопов, а принципиально нового понимания того, что представляет собой реальность на фундаментальном уровне.